

DSS用データベースの開発とソフトウェア品質保証への応用

久野 茂

日本電気(株) マイクロソフト開発本部品質保証部

本報告では意思決定支援システム(DSS: Decision Support System)を問題解決のための支援システムとして活用する方法を示している。従来のDSSでは、集中計量情報を中心としていたが、今後は画像、図形、文章、数値、音声、知識などのマルチメディアに対応が必要で、かつ地域的、機能的、内容的に分散された自律分散型のデータベースを提案する。

このデータベースは対象情報をオブジェクトとして統一的に管理することで、メッセージによる問い合わせを行う。このため、データベースはネットワーク上に分散することができる。この結果、個人別ワークステーションのファイルシステムに対してデータの収集などが可能になり、ソフトウェア開発に於けるプロジェクト管理や製品の把握など現在問題となっているソフトウェアの品質保証について総合的な問題解決支援システムとして利用できた。

これらのアーキテクチャをDSSの機能を中心にして示す。

Development of DSS database system
and it's application of software quality support

Shigeru KUNO

Microcomputer Software Development Laboratory
14-22, Shibaura 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108, Japan

We propose the de-centralized autonomic database system which supports a DSS(Decision Support System). The system is improved from the database which mainly treats centralized metric data in conventional DSS, and is adaptable to both multi-media data (which contain picture, image, document, numerical value, sound, knowledge, etc.), and to variety of the environment such as the data structure which metamorphoses it's form of integration with time.

This database system manages informations uniformly as objects, and that enables inquiry by message and it's distributed arrangement on network. Consequently, for the reference user can collect objective informations on personal workstation, and can use it as the software quality support system.

We also show DSS's functions as a support system for problem solving.

1. はじめに

近年、経営などのリスクを伴う分野で複雑な問題の解決に関する支援を行う情報システムとして、活用が期待されているものに意思決定支援システム(DSS; Decision Support System)がある。しかしこのDSSの機能を更に拡大して適用分野の拡大(例えば、問題解決支援、技術者支援、秘書システム)へと発展させるためには、人間の思考過程を模倣するほどの柔軟性のあるシステムの利用が可能でなければならない。例えば開発プロジェクト遂行のため、個々の技術者には適切な目標と知識を、管理者には個々の評価と技術動向を示す機能などが必要である[1]。

現在のDSSは、コスト等の計量情報を中心としたモデル、評価体系を築いているが、今後、問題解決支援システムとして活用するために求められる機能としては、計量情報以外に問題解決のモデルや評価体系に加え、主体、対象分野毎に必要な情報を総合的に活用できるデータベースを構築する必要がある。このためには、従来の符号データだけでなく、画像、図形、文章、数値、音声、知識などのマルチメディアに対応が可能であると共に、地域的、機能的、内容的に分散され、時間により統合化の形態が変化するデータ構造に対応できなければならない[4,5]。本論文ではここで必要となるデータベースの機能とシステムの概要を示し、個人、組織の問題解決を統合的に扱うためのデータのアクセス、統合化について、オブジェクト指向的なデータベースを用いたネットワーク上に配置し、メッセージによる問い合わせを行う自律分散型のファイルシステム似たい刷る検索のためのオブジェクトサーバと各々のデータを検索、統合化するためのフィルタからなるアーキテクチャについて提案する。またこのDSSをソフトウェア開発に於ける品質保証について適用した例について述べる。

2. 問題解決のためのDSSの概念

従来、ソフトウェア開発のような複雑かつ多様な問題を解く非決定問題にたいして、例えばKJ法、各種設計手法、レビューガイドなど、多くの方法論が提案され試行されている[6]。しかしながら、解くべき問題や組織の規模が大きくなるに従って、個人やグループの適正規模を越えた問題解決を求められるため、この様な方法論を用いても適切な情報の提供とそれを活用する環境がなければ、問題解決のライフサイクル全

体からみると効率や品質の悪い結果を出力することになる。この問題解決段階がプロジェクト開発の上流過程である場合には、その影響は下流過程まで影響を及ぼしライフサイクル全体ではそのリスクは相当大きなものになる。今後DSSは、例えば、ソフトウェア開発などの問題解決に於ては特にその品質・コストという制約条件に適した問題解決など、組織的に問題解決を図る場を提供するものとして、現場で作業を行う技術者の問題解決支援システムとして不可欠になると思われる。このためEDPを用いた問題解決のより良い効率手法を構築する必要性が出てきている。

技術者が対象とする問題解決分野の特徴として次のようなことが上げられる。

- I 外部/内部環境からの要求の変化が激しい
- II 個人よりグループや組織での問題解決を優先する
- III 技術情報以外に多くの関連情報を必要とする。

このような非決定的な問題解決は曖昧さと柔軟さ、開放的なシステム(つまり、根回し、調整を受理する日本的システムといえる)を築き上げている。技術者が問題解決に用いるDSSとして上記特徴を考慮した場合の求められる機能を表1に示す。

表1 問題解決用DSSの機能

DSSの機能	機能の説明
①個別データ処理機能	ワークステーションを中心とした個人用開発環境
②共有データ処理機能	組織共有の環境、メンバーの通信や管理のための環境
③設計、生産支援機能	問題ライフサイクル支援モデル、設計生産支援システム
④問題解決支援機能	情報の収集、加工、分析、代替案の作成、評価手法、ツール

問題解決に対する直感的なモデルは図1に示すように主体(個人、グループ、組織etc)がある分野(機能、性能、品質、コストetc)別を持っている知識により対象世界での問題解決の思考過程を繰り返して行き、その中でかなりの時間を分野別情報の検索や引用に費やしていると考えられる。一般的に大規模なシステムにおいては、この分野別情報に関する知識、標準化が不十分なこととその適用の組合せが曖昧で多いために正しい問題解決の利用形態が出来ない場合がある。プロジェクトの発足などは個人の能力の限界を組織として埋め合わせるため、個人の負荷の適正化を行うことが外部要求の対応力としての大きな要因となる。

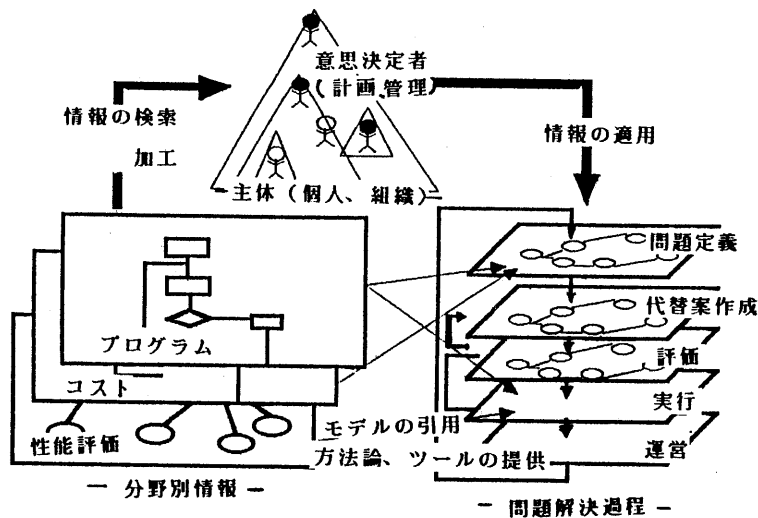


図1 問題解決のモデル

このため、DSSを技術者の問題解決のためのシステムとして利用するためには更に情報を有機的に活用することを図る必要があり、次のようなデータベース機能を持つことが望まれる[3]。

- I 主体（個人、組織等）の利用形態に独立で、かつ互いにデータの利用が可能である。
- II 主体、対象情報、問題解決の作業情報に関するアクセス経路は論理的に設定するのみで物理的には不必要である。
- III 問題解決のモデルに適した情報形態である。

問題解決に必要な情報には、発想を促す形態（例えば、イメージ、図形、音声）や分析、整理を促す形態（例えば、数値グラフ、文章）など多様な情報形態があり、従来扱ってきた符号を中心とする情報とは根本的に異なる情報形態である。一般にこの様な情報をマルチメディア情報と呼び、それを扱うデータベースをマルチメディアデータベースと呼ぶ[3,7,9]。

マルチメディア情報は次のような特徴を持っている。

- I 画像、テキストなどそのデータ自身は構造を持たず、潜在的に持つ情報に対して人間の認知能力に助けられながら処理を行っている。
- II 数値データをグラフ化するなどのメディア変換により、情報の抽象化が行われる。
- III 文章などその順序を入れ換えることにより思考の論理を明確にする手段として用いることができる。

従って、これらの情報は計算機で理解できるように抽象化・統合化しなければならないが、一般にこれらは概ね長大で、計算機に扱いやすいデータ構造を持っていないという特徴を持っており、従来のデータベースでの抽象化・統合化手法とは異なった扱いが求められる。これらを計算機により自動的に扱うことは、現状ではできず、計量情報を中心としたシステム構築がほとんどである。しかし、DSSで問題解決に用いるためには、画像、図形自身を中核情報として扱う場合が多いため、計量情報以外にも情報の精度向上のため図形、画像などの原始データを参照することでより詳細な判断情報を得る必要がある（ただしこの事が絶対必要なことではない）

この場合、DSSとしての機能は

- I 個人×組織の作業環境
- II 外部世界とのインタフェース
- III 組織全体の効率を意識した作業管理等を行えるシステム

が必要であり、そのため、以下にしめすようなワークステーション、ファイルシステム、マンマシンインタフェースから構成されるシステムが中核になると考えられる。

ワークステーション

問題解決を支援するためのワークステーションとしては、人間の持つ情報認知能力を妨げないものでなければならない。多くの組織や側面からの情報を思考の妨げにならないように操作するために、

- (1)マルチウィンドウ、
- (2)強力なCPUパワー(0.5MIPS以上,1Mbyte以上)、
- (3)ファイル容量(100Mbyte)、
- (4)拡張性のあるOS(UNIX,etc)

の能力が求められ、かつ問題解決組織を構成するメンバー一人に一台の設置することが望ましい。このためには、ある程度低価格でなければならず、パソコン(例えば、PC-9800)でかつ、ネットワークや拡張性のあるOSを備えていなければならず、その様なパソコンの出現が望まれている。

ファイルシステム

DSSで用いられるファイルシステムとしては、込み入った操作を行うファイルよりも単純な操作の方が良い。しかし、全体の統合を採るためのメカニズムが十分準備されていなければならない。

マンマシンインタフェース

UNIXのような利用者環境に適応したインタフェースが必要である。

このような問題解決の特徴を生かしたDSSを構築するため、ネットワークにより構成される対象世界の組合せに適したかなり柔軟なデータベースを構築する。ネットワークは階層化されたLANと各種サーバ、共有プロセッサ、メモリ、ワークステーション等から構成され、メッセージやアイコンなどにより各ワークステーションから各種サーバ(ファイルサーバ、オブジェクトサーバ)、共有プロセッサに保持されている情報のアクセスが可能でなければならない。

3. DSS用データベース

本章では、DSSで扱う情報の特徴の整理を行い、それにあつたデータの形態を考える。各メディアの抽象関係は図2のような階層構造をとると考えられる。関係の上下方向は認知を伴う汎化/具象化処理に対応し、関係の水平方向はメディアの変換処理に対応する。現在、計算機システムでは図2の象形記号(ポインタ)をデータ構造のリンク機構として集合論的に用いることで統合化を図っている。しかし、DSS等の業務ではシステム全体の柔軟性が要求されるために、ポインタ関係による統合化よりも人間の認知処理に近い柔軟性のある統合化が求められている。

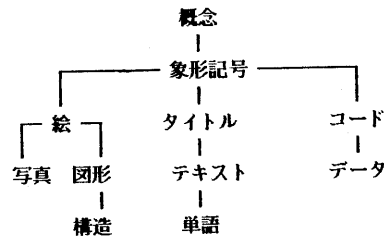


図2. 情報の抽象化構造

このため、次のアプローチによりデータベースの構築をおこなう。

アプローチ

- I 各メディア情報を検索する手段はポインタでなくメッセージにより行う。
- II 各メディア情報はこのメッセージを受理する手段を持ち、LAN等の高速データ転送手段をもつネットワークを構築する自律分散型データベースシステムに存在する。
- III 各データは個人用ワークステーション上で視覚表現インタフェース(アイコン)により操作される論理的な単位で構成される。

DSSで用いるデータベースとしては、問題解決として扱う対象世界にたいする統一性を図るため、同一対象に対してはたとえ情報の形式が異なつたとしても一つの論理単位として扱えなければならない。このためには、データ自身が手続きを持つ自律分散型データベースが適している。

各技術者は設計、管理、検索などの作業結果をオブジェクトとして管理することで、意味単位ごとに情報が扱えるため、問題解決モデルに合ったデータベースを構築することができる。

例えば、”プログラム開発を行っていて、以前にAさんが参加したプロジェクトで開発工数が300人月のシステムでのプロジェクト管理方法とついでにその時のドキュメントのフォーマットも自分達の管理に引用したい”という要求に対しては、いろいろな分野のデータが混ざり合っているため、データベースの在処捜しに始まり、キーとなりそうなプロジェクト名やそのアクセス方法の習得など主業務以外の作業で大変な工数が必要になるが、自律分散データベースに対してはその内容を記述したメッセージを全てのデータベースに問い合わせれば良いだけであり、アクセスの簡略化が図れる。しかし、メッセージプロトコルの統一などに問題点が残される。

3. 1 自律分散型データベース

ここでのデータベースは、異なるメディアの情報をまとめたオブジェクトマネージャと各々のオブジェクトを格納するファイルと検索の条件を満たす情報だけを通すフィルタをネットワークにより結合したものである。ここでオブジェクトマネージャは各オブジェクトがどのようなメディアから構成されて、ネットワークのどこに位置するかを管理するものである。ファイルサーバ自身は例えば、それがCODASYL型やリレーショナル型のDBMSから成り立っているが、ファイルであろうが関係なく、メッセージに関してフィルタを設定できる環境をを受理できればよい。図3に自律分散型データベースの概要を示すが、ここでマルチメディア情報に対してデータベースは、メディアMiに対して、Objct={Image_Media, Graph_Media, Text_Media, Sound_Media}として各ファイル上のメディア情報を統合したものと定義される。フィルタは各メディアの意味情報やメディア情報、表示情報を持っており、ファイルのメディア情報と条件マッチングをおこない、適合するものだけを通過させる。オブジェクトサーバは対象となるオブジェクトにフィルタを掛ける時にフィルタの条件にあったファイルサーバへそのフィルタ情報を送る。フィルタ検索の結果は共用メモリー上に転送され、オブジェクトサーバの情報に従いメディア間での統合化が行われる。この場合、メディア間での変換が可能なものについては、メディアの内容による統合化も可能であるが、そうでない場合には、情報格納レベルでの統合を図る必要がある

(ID番号、名前等をキーとするデータ統合が一般的である)。メディア間の変換としては、数値データ→グラフ(数量、距離や大きさなどの単位)、画像↔図形、名前(図形、文字認識)、音声↔文字(音声認識、合成)が考えられるが、メディア間での統合化を図るには、かなりの処理手続き(従来の応用プログラム)とかなりのCPUパワーが必要になる。このため、現時点ではこの変換に相当する部分は計算機上で他の応用プログラムとリンク可能な標準の入出力フォーマットを持つ応用プログラム(UNIXではこれをフィルタと呼ぶ)を利用者の運用により行う。

3. 2 オブジェクトの検索

オブジェクトの検索は"what can see is what can get."の思想によりアイコンを選択することで行うが、特定オブジェクトの検索オブジェクトの内容を条件により通過させるフィルタを用いることで行う。図4にアイコンにより示されたオブジェクトをオープンすることによりオブジェクトの検索をおこなうインタフェースの例を示す。

ここでオブジェクトマネージャはオブジェクト情報を設定し検索対象となるファイルサーバへフィルタのメッセージを送るための手続きをおこなう。

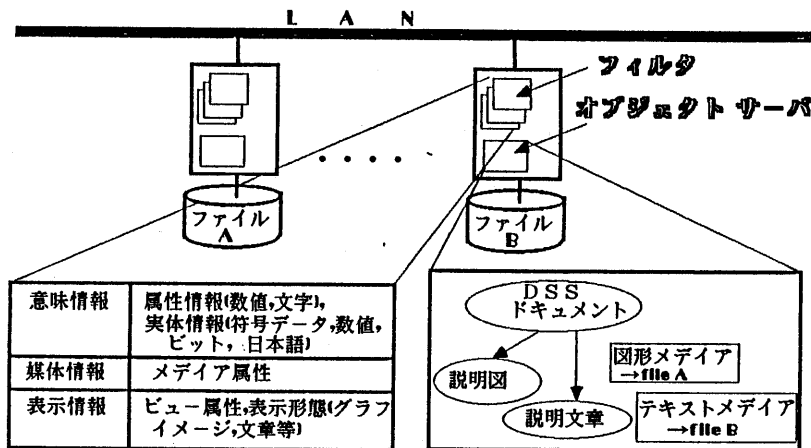


図 3 自律分散データベースの概要

フィルタは関数型のメディア変換機構であり、

$Mo = F(Mi)$

(Mi , Mo はメディアの入出力情報を示す)

の形式で現される。関数 F はファイルサーバ毎にその形態が異なり、例えば、授業員というオブジェクトに対して名前の検索を行う場合は、

- a UNIXのファイルを検索するためには、
 - ◇ `grep '検索文字列'`、従業員ファイル名
- b リレーショナルデータベースでは
 - ◇ 従業員 ← `search: "検索文字列"`、
field: #名前

といった具合になる。

この場合リレーショナルデータベースのようなDBMSを用いたものに対しては、その属性名と検索条件を記述した言語で行い(例えば、SQL言語のような)テキストや画像のような場合はそのファイル名、または内部にあるパターンをもつものをセグメント単位に検索する。オブジェクトを検索するためのインターフェースは対象により決定するが、例えば、図4ではプログラムのオブジェクトとその説明のオブジェクト、スキル情報のオブジェクトのウィンドウをそれぞれオープンしているところである。

このオブジェクトは業務プログラムが持つデータを登録する時点でメッセージを認識できる手続きと共にオブジェクトサーバに格納される。システムは各メディアを分散したオブジェクトとすることで、個々の情報の蓄積の効率化と各メディア情報の再利用を図ることができる[3]。

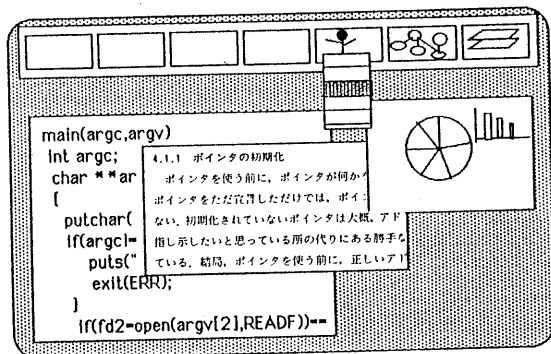


図4 自律分散型データベースのインターフェース例

3.3 オブジェクトの統合化

個別ファイルから検索したデータに対して、統合化を行うために、メモリー上に展開されたデータにたいしてフィルタによるメディア変換を行った統合化をマルチウィンドウに対して表示することにより行う。この結果文字レベルでのウィンドウ間のデータ統合、画像レベルでのウィンドウ間のデータのコピー等は可能になる。フィルタには原始データベースからの抽出を行うものと、抽出結果の加工または表示を行うフィルタがある(図5)。統合化は主にマルチウィンドウと共用メモリーを活用したものであり、検索結果を蓄える大容量記憶が必要である。

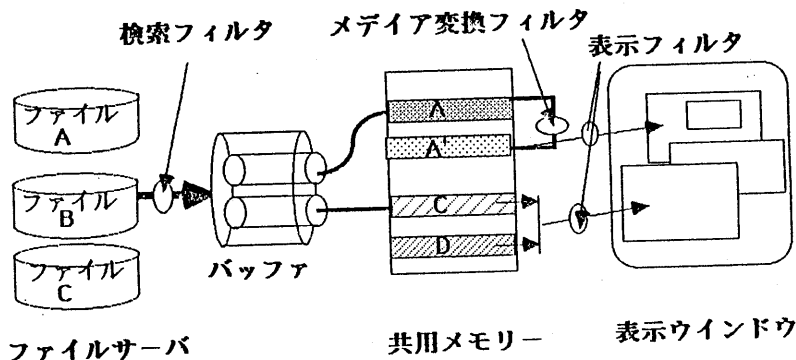


図5 オブジェクトの統合化

3. ソフトウェア品質保証への応用

近年、計算機システムの発展と共に、その利用技術であるソフトウェア製品の開発に対して大きな関心が持たれるようになった。これはソフトウェア生産が機能・性能などの技術的な難しさに加えて、生産性・品質を要求する経営的性格を持つかなり複雑な組織により作り出されるため、その性質（例えば品質や効率）に関する評価が確立していないためである。この結果、個別生産→標準化→大量生産という生産システムの工業化が実現できず、ソフト生産の工業化は大きく遅れている。この様な例は設計、経営、政策、社会システムなど、調査、分析、そして解の評価に多くの時間を費やす属人的で、その場限りの問題を解決する分野に共通してみられる。

ここで述べたようにソフトウェアの品質を保証する技術についてはまだ確立していないが、要件仕様書に示す内容を開発すべく対象世界に正しく写映されてかつそれが正しく作用するならばその機能に対する品質は満たされているといえる。（実際には、異常動作に関するフェールセーフやセキュリティ等機能要求以外のものも考慮した結果でなければならない）

このためには、作業者の管理、レビュー、テストなどを総合的に行うようにしなければならないが、従来のシステムでは多くの場合、開発用、テスト用、プロジェクト管理用などと互いに独立したシステムとして稼働しており、問題解決支援システムには至っていなかったと思われる。このため、自律分散型データベースの機能を持つDSSを利用したソフトウェアの品質保証システムについて試作を行っている。現在のところ、システムは当社のPC-U X (PC-9800シリーズで稼働するUNIXシステムⅢ)上に作成したマルチウィンドウシステムとUNIXネット（またはオムニネット）による実験システムである。

結局ソフトウェアの品質保証のためには、自分が現在行っている作業を与えられた制約条件下でできる限りの思考を働かし、あらゆる場合を想定した結果を出力することである。

個々のモデルとしては、非常に多くの場合が考えられるため、一概に述べることは出来ないが、UNIXで採用されているフィルタや仮想モジュールの概念を組み込んだアプローチを採ることにより柔軟性の高いシステムとして利用することが出来る。

品質保証DSSシステムの概要は表2の機能を図6のように用いることであろう。

表2 ソフトウェア品質保証DSSの機能

支援の分類	具体例
個人支援	関連情報検索、思考分類支援、進捗管理支援、テスト支援
組織支援	全体管理、最適計画、作業見積外注管理、教育計画、合意形成メール
対象支援	バージョン管理、ドキュメント管理、評価基準、リリース管理

問題の評価ツール

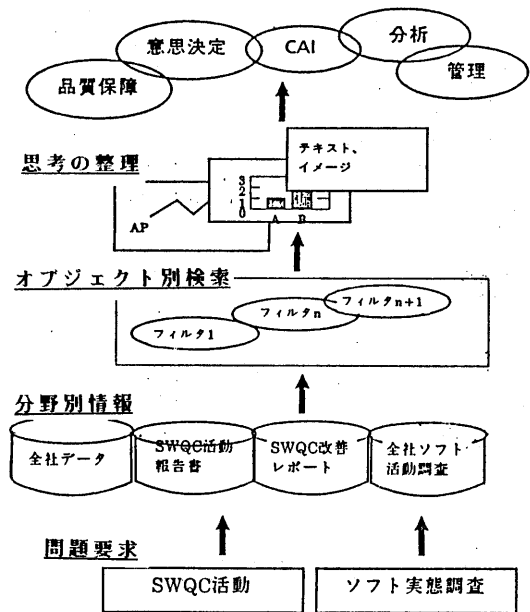


図6 DSSのソフトウェア品質保証への応用

以上の考えを基に、個々では、ソフトウェア開発での問題である適正な作業の配分を支援するため、開発者の作業時間、進捗状況を個人別、グループ別、組織別に把握し、作業計画を立案する人を支援する場合への応用について示す。

状況としては、各システム開発者はパソコンUNIX (PC-UX) を一人一台与えられており、ネットワークを介してホストコンピュータにアクセスが可能な環境である。更に、ソフトを開発している組織に対して、作業員別に作成している作業実績やプログラム、仕様書等を管理するため、個別に(1)社員番号、(2)部門番号、(3)プロジェクト番号(4)開発情報、(5)作業時間、(6)顔写真データを保持している。

プロジェクト管理者は計画立案に際してグループ毎の進捗を正確に掴んだ結果と各作業員が作成した結果(例えばプログラム)をチェックしながらその妥当性を図らなければならない。そのためには、組織別、作業員の情報を一元的に管理する必要がある。この情報を検索する利用者は、社員という対象に、どういった処理をするかというメッセージを送ることにより、それに従った内容を返すシステムである。オブジェクト指向化することにより、社員というクラスに対して各属性をメッセージにより検索した写真、作業グラフのインスタンスに対しても再びメッセージを送ることが可能になる。

この例では、社員オブジェクトにマルチメディア情報として処理させるメッセージに関する処理手続きが保持されているため、利用者はその検索や処理手順を意識することなくデータの検索が可能である。図7はあるプロジェクトに属している社員の顔写真を基にその人の作業実績のグラフや作業内容の結果を示したものであり、社員毎でも顔写真でも作業グラフを表示するメッセージを受理することができる。

本例では作業員各人が保有する既存のデータを活用したマルチメディア統合化の例であり、地域的、組織的に分散したデータの管理システムとして有効である。現時点では情報の検索を中心とした機能の開発を行っているが、テスト支援などはUNIX上に開発しているツールをフィルタにより用いることも可能であり、ソフトウェアの品質保証を目的とした問題解決用DSSとして利用出来る。

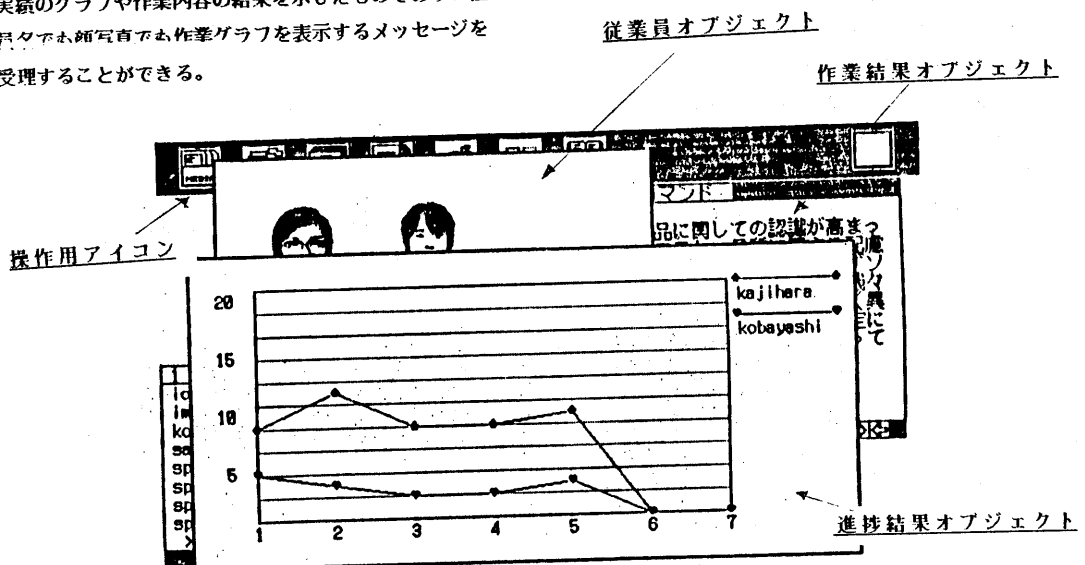


図7 DSSのプロジェクト管理への応用例

4. おわりに

DSSを技術者の問題解決の支援、特にソフトウェア開発の様に複雑な組織で行っている場合の品質を保証しようとする問題にて適用するためには、データベースは従来のレコード型や集中型では人間の思考に適した情報の運用が出来ない。このため、問題解析のためのモデルを主体、対象知識にたいする組合せからなるデータをオブジェクトとして管理することによりデータの分散化やインタフェースの簡略化が可能になった。このような思想の基に実験的なシステムを示した。オブジェクト単位でDSSデータベースを構築することによって既存のデータにたいする活用化を図ることが出来た。また各データにそのメッセージを受理する手続きを付加することによるデータ抽象化をおこなった。この結果として柔軟なマルチメディア情報システムの構築が可能になり、マルチメディアの応用が拡大すると考えられる。今後はネットワークの拡張とオブジェクトに対する有効性について研究を行っていく予定である。

(参考文献)

- [1]大須賀節雄；知的モデル構築方式による問題解決システム、信学誌'86・7/7Vol. J69-DNo.7
- [2]小野典彦、小林重信；通信ノ動機機構を持つ分散型プロダクションシステムPo-PS、情処誌'86/6Vol.27 No.6
- [3]遠山峻；組織環境における意思決定支援システム、事務と経営、1985、2
- [4]日本電子工業振興会；データベースシステムに関する調査、61-c-530
- [5]日本電子工業振興会；ソフトウェアエンジニアリングに関する調査、61-c-529
- [6]寺本雅則；ソフトウェアメトリクスー管理・品質保証・計量一、第6回ソフトウェア工学国際会議講習会資料、1982
- [7]久野茂；マルチメディアデータの抽象化手法について、情処第32回全国大会
- [8]JAMES N.GRAY, An Approach to Decentralized Computer System, IEEE TOSE, VOL. SE-12, NO-6, JUNE 1986
- [9]川越 恭二、"マルチメディアデータベース実現における技術課題"、情処DB研究会資料、1985
- [10]Darrell Woelk, Won Kim, Willis Luther ; An Object-Oriented Approach to Multimedia Databases, Proc. ACM SIGMOD 1986